

Atteinte musculaire diaphragmatique et/ou périphérique en réanimation : que la force soit avec nos patients !

Diaphragmatic and/or Peripheral Muscular Weakness in Critical Care: May the Force be with Our Patients!

G. Cottureau · D. Prat · B. Sztrymf

Reçu le 11 août 2017 ; accepté le 29 novembre 2017
© SRLF et Lavoisier SAS 2017

La faiblesse musculaire acquise en réanimation est le résultat d'une atteinte des muscles et/ou des nerfs, en proportion variable, acquise durant le séjour en réanimation [1]. Elle est due à des altérations métaboliques, inflammatoires et énergétiques multiples, qui sont le fruit de la pathologie causale, mais aussi des moyens mis en œuvre pour la traiter [2]. Les muscles respiratoires, dont le principal est le diaphragme, peuvent également souffrir de ces différents facteurs affectant leur performance. Les conséquences démontrées de ces atteintes musculaires sont importantes, avec notamment des difficultés de sevrage de la ventilation mécanique et l'augmentation adjacente en termes de morbidité [3,4]. Il n'y a pas à proprement parlé de traitement efficace [5] et la prévention, basée sur une limitation des facteurs de risque, la mobilisation et l'usage le plus précoce possible des muscles respiratoires par des modes ventilatoires assistés, reste l'élément principal de prise en charge.

Même si ces deux entités (faiblesse diaphragmatique et musculaire) partagent certains facteurs de risque, la prévalence respective de chacune, voire leur éventuelle coexistence est débattue, et est pourtant probablement un élément majeur dans la prédiction de la difficulté du sevrage de la ventilation mécanique et du succès de l'extubation. Quelques études se sont intéressées à cette coexistence et ses

conséquences. Dres et al. ont réalisé une étude prospective monocentrique évaluant la prévalence de chacune de ces atteintes et leur poids respectif dans le succès du sevrage lorsque ces variables étaient mesurées au moment du test de sevrabilité [6]. L'atteinte diaphragmatique était évaluée par la réponse à une stimulation phrénique magnétique et l'échographie diaphragmatique et la force musculaire par le score MRC. Un des premiers enseignements de cette étude est que la faiblesse musculaire périphérique et l'atteinte diaphragmatique étaient retrouvées respectivement chez 34 % et 63 % des patients, et que 21 % d'entre eux présentaient la coexistence des deux. Cette étude soulignait que seule l'atteinte diaphragmatique, et non l'atteinte musculaire périphérique, était associée à l'échec du sevrage, soulignant les possibles différences physiopathologiques. Cette étude présentait toutefois les spécificités suivantes : le nombre de patients inclus (n=76) est important au regard des méthodes de mesure, mais reste néanmoins limité pour la thématique du sevrage de la ventilation mécanique, avec une définition de l'échec de sevrage qui regroupait à la fois les échecs de tests de sevrabilité (79 % des échecs) et les réintubations après extubation (21 % des échecs). De plus, les patients étaient enfin évalués assez précocement après l'initiation de la ventilation invasive (quatre jours en moyenne).

Dans une autre étude prospective récente, Médrinal et al. [7] ont mesuré la force musculaire périphérique par score MRC et la force diaphragmatique par mesure de la pression inspiratoire maximale (PI_{max}) dans un collectif de 99 patients. Les auteurs décrivent une incidence plus élevée de coexistence des deux faiblesses musculaires (37 %), et respectivement 17 %, 12 % et 33 % de patients qui présentaient des atteintes diaphragmatiques isolées, périphériques isolées ou aucune des deux. Le lien était net entre atteinte périphérique et respiratoire ($r=0,56$, $p<0,0001$). Dans cette étude, l'échec d'extubation survenait surtout chez les patients présentant les deux atteintes, et la durée de ventilation mécanique était prolongée chez les patients présentant une atteinte musculaire

G. Cottureau
APHP, service de kinésithérapie et réhabilitation fonctionnelle,
hôpital Antoine Béclère, université Paris-Sud, Clamart, France

D. Prat · B. Sztrymf (✉)
APHP, service de réanimation polyvalente et surveillance
continue, hôpital Antoine Béclère, université Paris-Sud,
147 rue de la porte de Trivaux, 92140 Clamart, France
e-mail : benjamin.sztrymf@aphp.fr

B. Sztrymf
INSERM U999, université Paris-Sud,
centre chirurgical Marie Lannelongue,
Le Plessis Robinson, France

périphérique ou la coexistence des deux atteintes. De façon intéressante, aucun des patients présentant une faiblesse diaphragmatique ne souffrait d'échec d'extubation, ni ne décédait en réanimation. Les auteurs concluaient donc que la coexistence des deux atteintes était fréquente, et avait un pronostic plus péjoratif que l'atteinte d'un seul groupe musculaire.

Dans le même esprit, Jung et al. [8] ont cherché à évaluer l'incidence de l'atteinte diaphragmatique par trois méthodes (stimulation magnétique phrénique comme méthode de référence, échographie diaphragmatique et mesure de la PI_{max}) chez 40 patients, ventilés depuis plus de 48 heures et atteints de faiblesse musculaire définie par le score MRC. Ils retrouvaient une incidence de 80 % de l'atteinte diaphragmatique dans cette population. Chez ces patients, le score MRC n'était lié qu'à la PI_{max} . Le succès de l'extubation (objectif secondaire uniquement) était lié (mais sans association statistiquement significative, $p=0,08$) au score MRC, à la fraction d'épaississement du diaphragme et à la réponse du diaphragme à la stimulation phrénique. Les auteurs concluaient donc que malgré la communauté dans les facteurs de risque de l'atteinte diaphragmatique et musculaire périphérique, certaines caractéristiques étaient propres à chaque atteinte, et que chaque groupe connaissait une récupération propre. Ils soulignaient enfin que même si leur étude n'était pas destinée pour tester le succès de l'extubation, la moitié des patients porteurs d'atteinte musculaire quelle qu'elle soit ont pu être extubés avec succès.

Quelques autres études encore pourraient être citées, avec des résultats parfois sensiblement différents, mais qui sont finalement toutes le vecteur d'un message assez uniforme : les atteintes musculaires sont courantes en réanimation, et peuvent à divers niveaux affecter les muscles périphériques ou respiratoires. Comment ces données peuvent-elles nous être utiles au quotidien ? Il y a bien sûr une nécessaire prise de conscience sur la prophylaxie de ces syndromes. Certains facteurs de risque sont certainement non évitables comme le sepsis, l'âge, les comorbidités ou la sévérité initiale des patients. D'autres sont probablement « rationalisables » à défaut d'être évitables, comme l'usage des stéroïdes, des curares, des aminosides, le contrôle glycémique et bien sûr les médicaments sédatifs avec l'usage d'une sédation minimale quotidiennement réévaluée. La question du dépistage, dans l'optique d'une extubation réussie la plus précoce possible, reste à ce jour assez complexe à élucider. En effet, cette question se subdivise en plusieurs : à quel moment doit-on considérer ce dépistage ? Quel groupe musculaire doit on tester, et par quel examen ? Comment interpréter les résultats ?

Le moment du dépistage est peut-être la problématique la plus simple. En effet, la période du sevrage de la ventilation est la période d'intérêt des mesures. Qui plus est, Demoule et al. ont montré que l'évolution de la force diaphragmatique est variable selon les patients au cours du séjour en réanimation [9], laissant douter de l'intérêt de mesures trop précoces en

vue du sevrage. La méthode de mesure peut certainement poser des soucis. En effet, la mesure de la PI_{max} , assez facilement réalisable au quotidien sur certains respirateurs, n'est pas le reflet unique de la force diaphragmatique, puisque cette mesure dépendante de la volonté du patient implique également les muscles respiratoires accessoires. Le *gold standard* de l'évaluation diaphragmatique est à ce jour la réalisation d'une stimulation phrénique magnétique. Outre que cette technique a été jugée par certains comme à l'origine d'une stimulation « supraphysiologique », sa disponibilité est faible et sa réalisation en pratique quotidienne au chevet des patients difficilement envisageable aujourd'hui. L'échographie diaphragmatique semble être une bonne alternative. C'est une méthode non invasive, bien corrélée à la stimulation phrénique magnétique chez des patients en mode ventilatoire assisté [10]. De plus, il s'agit d'une technologie très largement répandue dans les services de réanimation de nos jours. Il faut bien sûr se former à sa réalisation et à l'interprétation des données issues du test. Il convient par ailleurs de rappeler que toute imagerie échographique reste opérateur-dépendant avec notamment une variabilité inter- et intra-individuelle.

Enfin, une fois tous ces indices recueillis, se posera la question de l'intégration de ce dépistage dans le processus du sevrage au cas par cas. En effet, aucune des études préalablement citées ne met en évidence une parfaite fiabilité de ces tests, et certains sujets avec des indices péjoratifs ont pu être extubés avec succès dans chacune d'entre elles. La présence d'une faiblesse musculaire périphérique, vu sa communauté de facteurs de risque et la fréquence de sa coexistence avec la faiblesse diaphragmatique apparaît peut être comme un trigger raisonnable à la recherche de celle-ci.

Au total, un vaste travail reste à accomplir dans ce domaine où des incertitudes persistent sur le diagnostic et la signification précise des différentes atteintes musculaires. Un large champ d'investigation existe aussi sur les thérapeutiques à apporter dans ce contexte. Plusieurs études sont en cours, notamment le projet GRIPWEAN (ClinicalTrials.gov Identifier: NCT02946502) testant la force musculaire par la dynamométrie de la main dominante et également des paramètres de force inspiratoire et de toux au moment des tests de sevrabilité.

Finalement une seule certitude émerge : seul le maintien d'une activité musculaire adaptée met les patients dans une situation favorable pour le sevrage de la ventilation mécanique. Que la force (musculaire) soit avec nos patients !

Liens d'intérêts : Les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt.

Références

1. Hom J, Hermans G (2016) Intensive care unit acquired weakness. *Handb Clin Neurol* 141: 531–543

2. Visser LH (2008) Critical illness polyneuropathy and myopathy: clinical features, risk factors and prognosis. *Eur J Neurol* 13: 1203–1212
3. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Sharshar T, Outin H, Brochard L (2004) Does ICU acquired paresis lengthen weaning from mechanical ventilation? *Intensive Care Med* 30: 1117–1121
4. Sharshar T, Bastuji-Garin S, Stevens RD, Durand MC, Malissin I, Rodriguez P, Cerf C, Outin H, De Jonghe B; Groupe de Réflexion et d'Etude des Neuromyopathies En Réanimation (2009) Presence and severity of intensive care unit-acquired paresis at time of awakening are associated with increased intensive care unit and hospital mortality. *Crit Care Med* 37: 3047–3053
5. Walsh TS (2016) Pharmacologic Therapies for ICU-Acquired Weakness: A Long Road Ahead. *Crit Care Med* 44: 1245–1246
6. Dres M, Dubé BP, Mayaux J, Delemazure J, Reuter D, Brochard L, Similowski T, Demoule A (2017) Coexistence and Impact of Limb Muscle and Diaphragm Weakness at Time of Liberation from Mechanical Ventilation in Medical Intensive Care Unit Patients. *Am J Respir Crit Care Med* 195: 57–66
7. Medrinal C, Prieur G, Frenoy É, Combret Y, Gravier FE, Bonnevie T, Poncet A, Robledo Quesada A, Lamia B, Contal O (2017) Is overlap of respiratory and limb muscle weakness at weaning from mechanical ventilation associated with poorer outcomes? *Intensive Care Med* 43: 282–283
8. Jung B, Moury PH, Mahul M, de Jong A, Galia F, Prades A, Albaladejo P, Chanques G, Molinari N, Jaber S (2016) Diaphragmatic dysfunction in patients with ICU-acquired weakness and its impact on extubation failure. *Intensive Care Med* 42: 853–861
9. Demoule A, Molinari N, Jung B, Prodanovic H, Chanques G, Matecki S, et al (2016) *Ann Intensive Care* 6: 75
10. Dubé BP, Dres M, Mayaux J, Demiri S, Similowski T, Demoule A (2017) Ultrasound evaluation of diaphragm function in mechanically ventilated patients: comparison to phrenic stimulation and prognostic implications. *Thorax* 72: 811–818

L'oxygène haut débit humidifié (OHD) pour tous les patients en insuffisance respiratoire aiguë non hypercapnique ?

High-Flow Nasal Oxygen for All Patients with Non-hypercapnic Acute Respiratory Failure?

V. Lemiale

Reçu le 28 septembre 2017 ; accepté le 4 janvier 2018
© SRLF et Lavoisier SAS 2018

L'insuffisance respiratoire aiguë est la cause d'admission la plus fréquente en réanimation. La mortalité associée à cette défaillance reste élevée, particulièrement lorsque le recours à l'intubation est nécessaire, et ce malgré les progrès récents concernant la prise en charge des patients sous ventilation invasive [1]. Compte tenu des risques de complications notamment infectieuses liées à la ventilation invasive, des moyens alternatifs d'oxygénation moins invasifs ont été développés.

Les auteurs de cette controverse opposent deux techniques d'oxygénation non invasive chez le patient en insuffisance respiratoire aiguë non hypercapnique.

La première technique, la ventilation non invasive (VNI), est développée dans l'argumentaire de G. Hilbert. Largement utilisée depuis les années 1990, elle permet l'application d'une pression positive sur les voies aériennes sans recourir à l'intubation. Dans les études physiologiques, bien décrites par Hilbert et al., la VNI permet à la fois de diminuer le travail inspiratoire, d'augmenter le recrutement alvéolaire et de diminuer les altérations du rapport ventilation/perfusion. Ainsi, la VNI permettrait de réduire le taux d'intubation, limitant ainsi l'incidence des complications de la ventilation invasive, ce qui pourrait conduire à une moindre mortalité, particulièrement chez les patients immunodéprimés. Ainsi, la VNI a probablement favorisé l'admission en réanimation de ces derniers, alors que dans les années 1990–2000, elle était considérée comme futile dans un contexte où l'intubation était associée à plus de 80 % de mortalité [2]. Cependant, si les dernières études incluant des patients immunodéprimés montrent que la mortalité après intubation a largement diminué, l'intérêt de la VNI n'est plus évident [3].

La seconde technique d'oxygénation considérée, plus récente, est l'oxygène haut débit humidifié (OHD). Elle est

ici présentée par Frat, dont l'argumentaire développe ses différents avantages. Outre l'apport important et régulé d'oxygène, l'OHD permet un lavage de l'espace mort et un certain degré de pression positive permettant d'améliorer l'oxygénation et de diminuer le travail inspiratoire. Cette technique est par ailleurs séduisante en termes de confort pour le patient et du contact restant possible entre l'équipe soignante et celui-ci. Comme le souligne Frat, l'avantage de la VNI qui, à la différence de l'OHD, permet une aide inspiratoire pourrait se transformer en effet délétère par un risque accru de surdistension alvéolaire et l'apparition de volotraumatisme. L'OHD dans ce contexte pourrait avoir un avantage, un effort inspiratoire élevé récompensé par un haut débit d'oxygène sans aide ne serait alors pas associé à un trop grand volume courant.

Cependant, si l'OHD semble la méthode idéale d'oxygénation, peu d'études ont montré un intérêt en termes de diminution de la mortalité. La plus grande étude randomisée en 2015 [4] avait comme objectif principal de montrer une réduction du recours à l'intubation. Celle-ci n'était positive que sur le critère secondaire, à savoir la mortalité, cette dernière étant inférieure chez les patients recevant de l'OHD comparée à celle observée chez ceux traités par VNI et OHD, ou oxygène seul. Une méta-analyse récente [5] ne montre pas de supériorité de l'OHD par rapport à l'oxygène seul en termes de mortalité, de risque d'intubation ou de confort. Il faut cependant noter que les études analysées sont hétérogènes en termes de patients, de mode d'administration de l'OHD et d'étiologie de l'IRA.

Si les deux techniques d'oxygénation permettent d'empêcher l'intubation dans un certain nombre de cas, leur utilisation en alternative à la ventilation mécanique invasive lorsqu'il existe des critères d'intubation peut s'avérer délétère. En effet, plusieurs études montrent pour la VNI notamment qu'un retard d'intubation peut entraîner une augmentation de mortalité. Dans ce contexte, les indications et l'utilisation de la ventilation non invasive se sont réduites dans les dernières années [6]. Les conférences de

V. Lemiale (✉)
Réanimation médicale hôpital Saint-Louis,
1, avenue Claude-Vellefaux, F-75010 Paris, France
e-mail : virginie.lemiale@aphp.fr

consensus française et internationale ont de plus permis de clarifier la place de la VNI qui devrait plutôt être réservée à l'acutisation d'une insuffisance respiratoire chronique ou à l'œdème pulmonaire cardiogénique (grade 1+) [7]. Pour les insuffisances respiratoires aiguës de novo, y compris chez l'immunodéprimé, les avis concernant l'utilisation de la VNI étaient plus réservés. De la même façon, certaines études commencent à alerter sur le risque de retard d'intubation chez des patients traités par OHD [8]. L'utilisation de telles techniques d'oxygénation nécessite une expertise de l'équipe médicale afin de ne pas retarder l'intubation. En effet, les études qui décrivent les variables associées à l'échec de l'OHD sont actuellement peu nombreuses et ne montrent pas de critère très formel [9].

Enfin, deux éléments supplémentaires doivent être pris en compte lors de l'utilisation de l'OHD. Tout d'abord, le confort du patient qui est un gage de succès de la méthode d'oxygénation. Une étude récente évaluant l'effet physiologique de différents débits montrait que les débits élevés permettaient de diminuer le travail inspiratoire. Néanmoins, de façon intéressante, les auteurs montraient aussi que sur 17 patients testés le confort et la réponse en termes d'oxygénation étaient très variables et que le débit devait être adapté à chaque patient [10]. Tout comme la VNI, les réglages de l'OHD ne peuvent pas être optimisés sans une concertation avec le patient. Quelle que soit la technique utilisée d'oxygénation, le confort et la tolérance du patient doivent être continuellement pris en compte.

Enfin, un des problèmes majeurs des soins moins invasifs reste l'opportunité diagnostique. Les effets délétères de l'absence de diagnostic ont été démontrés, particulièrement chez le patient immunodéprimé. Or, certains examens invasifs tels que la fibroscopie bronchique avec lavage bronchoalvéolaire (LBA) pourraient aggraver l'insuffisance respiratoire [11–12]. L'indication du LBA et les conditions de réalisation de la fibroscopie (sous ventilation invasive ou non invasive, sous OHD) doivent être prises en compte dans la décision du choix d'oxygénation. En effet, les techniques d'oxygénation non invasives (VNI et OHD) sont actuellement utilisées au cours de l'exploration pulmonaire par des équipes entraînées. Les études montrent une bonne tolérance de l'examen, mais sont totalement dépendantes des habitudes et de l'expertise des équipes [13–14]. Ces études ne sont de ce fait probablement pas comparables entre elles. Dans ces conditions d'utilisation, l'expérience de l'équipe doit rester le déterminant du choix des examens complémentaires et de leurs modalités de réalisation. Cependant, la technique d'oxygénation décidée ne saurait retarder un examen invasif. Les données dans ce domaine sont probablement amenées à changer dans les années à venir grâce aux avancées en biologie moléculaire notamment, qui permettent maintenant d'obtenir des diagnostics plus simplement.

En conclusion, si l'OHD apparaît séduisant pour traiter l'hypoxémie, le clinicien doit maintenir une vigilance importante afin de ne pas avoir recours trop tardivement à l'intubation. À l'instar de la VNI, cette nouvelle technique non invasive nécessite une surveillance accrue et se conçoit uniquement dans un univers de réanimation avec du personnel entraîné et aguerri à rechercher des critères d'échec. Quelle que soit la technique d'oxygénation utilisée, elle ne reste qu'un support ventilatoire qui, sans traitement adéquat de l'étiologie de l'insuffisance respiratoire, ne permet pas d'améliorer la survie.

Liens d'intérêts : L'auteur déclare être trésorière du GRRROH qui perçoit des subventions des laboratoires Gilead, Astellas, Pfizer, Fisher et Paykel, Jazz Pharma.

Références

1. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, Brochard L, Esteban A, Gattinoni L, van Haren F, Larsson A, McAuley DF, Ranieri M, Rubenfeld G, Thompson BT, Wrigge H, Slutsky AS, Pesenti A; LUNG SAFE Investigators; ESICM Trials Group, (2016) Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA* 315: 788–800
2. Hilbert G, Gruson D, Vargas F, Valentino R, Gbikpi-Benissan G, Dupon M, Reiffers J, Cardinaud JP, (2001) Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. *N Engl J Med* 344: 481–487
3. Lemiale V, Mokart D, Resche-Rigon M, Pène F, Mayaux J, Faucher E, Nyunga M, Girault C, Perez P, Guittou C, Ekpe K, Kouatchet A, Théodose I, Benoit D, Canet E, Barbier F, Rabbat A, Brunel F, Vincent F, Klouche K, Loay K, Mariotte E, Bouadma L, Moreau AS, Seguin A, Meert AP, Reignier J, Papazian L, Mehziari I, Cohen Y, Schenck M, Hamidfar R, Darmon M, Demoule A, Chevret S, Azoulay E; Groupe de recherche en réanimation respiratoire du patient d'onco-hématologie (GRRR-OH), (2015) Effect of noninvasive ventilation vs oxygen therapy on mortality among immunocompromised patients with acute respiratory failure: a randomized clinical trial. *JAMA* 314: 1711–1719
4. Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, Prat G, Boulain T, Morawiec E, Cottureau A, Devaquet J, Nseir S, Razazi K, Mira JP, Argaud L, Chakarian JC, Ricard JD, Wittebole X, Chevalier S, Herbland A, Fartoukh M, Constantin JM, Tonnelier JM, Pierrot M, Mathonnet A, Béduneau G, Delétage-Métreau C, Richard JC, Brochard L, Robert R; FLORALI Study Group; REVA Network, (2015) High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med* 372: 2185–2196
5. Corley A, Rickard CM, Aitken LM, Johnston A, Barnett A, Fraser JF, Lewis SR, Smith AF, (2017) High-flow nasal cannulae for respiratory support in adult intensive care patients. *Cochrane Database Syst Rev* 5: CD010172
6. Demoule A, Chevret S, Carlucci A, Kouatchet A, Jaber S, Meziani F, Schmidt M, Schnell D, Clergue C, Aboab J, Rabbat A, Eon B, Guérin C, Georges H, Zuber B, Dellamonica J, Das V, Cousson J, Perez D, Brochard L, Azoulay E; oVNI Study Group; REVA Network, (2016) Changing use of noninvasive ventilation in critically ill patients: trends over 15 years in francophone countries. *Intensive Care Med* 42: 82–92

7. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, Hess D, Hill NS, Nava S, Navalesi P Members Of The Steering Committee, Antonelli M, Brozek J, Conti G, Ferrer M, Guntupalli K, Jaber S, Keenan S, Mancebo J, Mehta S, Raouf S Members Of The Task Force, (2017) Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J* 50
8. Kang BJ, Koh Y, Lim CM, Huh JW, Baek S, Han M, Seo HS, Suh HJ, Seo GJ, Kim EY, Hong SB, (2015) Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality. *Intensive Care Med* 41: 623–632
9. Frat JP, Ragot S, Coudroy R, Constantin JM, Girault C, Prat G, Boulain T, Demoule A, Ricard JD, Razazi K, Lascarrou JB, Devaquet J, Mira JP, Argaud L, Chakarian JC, Fartoukh M, Nseir S, Mercat A, Brochard L, Robert R, Thille AW; REVA Network, (2018) Predictors of intubation in patients with acute hypoxemic respiratory failure treated with a noninvasive oxygenation strategy. *Crit Care Med* 2 : 208-215
10. Mauri T, Alban L, Turrini C, Cambiaghi B, Carlesso E, Taccone P, Bottino N, Lissoni A, Spadaro S, Volta CA, Gattinoni L, Pesenti A, Grasselli G, (2017) Optimum support by high-flow nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure: effects of increasing flow rates. *Intensive Care Med* 43: 1453-1463
11. Cracco C, Fartoukh M, Prodanovic H, Azoulay E, Chenivresse C, Lorut C, Beduneau G, Bui HN, Taille C, Brochard L, Demoule A, Maitre B, (2013) Safety of performing fiberoptic bronchoscopy in critically ill hypoxemic patients with acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 39: 45–52
12. Azoulay E, Mokart D, Lambert J, Lemiale V, Rabbat A, Kouatchet A, Vincent F, Gruson D, Bruneel F, Epinette-Branche G, Lafabrie A, Hamidfar-Roy R, Cracco C, Renard B, Tonnelier JM, Blot F, Chevret S, Schlemmer B, (2010) Diagnostic strategy for hematology and oncology patients with acute respiratory failure: randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 182: 1038–1046
13. Cabrini L, Nobile L, Cama E, Borghi G, Pieri M, Bocchino S, Zangrillo A, (2013) Non-invasive ventilation during upper endoscopies in adult patients. A systematic review. *Minerva Anestesiol* 79:683–694
14. Rezaiguia-Delclaux S, Laverdure F, Kortchinsky T, Lemasle L, Imbert A, Stéphan F, (2017) Fiber optic bronchoscopy and remifentanyl target-controlled infusion in critically ill patients with acute hypoxaemic respiratory failure: A descriptive study. *Anaesth Crit Care Pain Med* 36 : 273-277